



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 54 361 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
C 25 D 11/02
F 28 D 9/02
F 28 F 7/00
B 01 J 8/00
// B32B 3/20

②1 Aktenzeichen: 196 54 361.4
②2 Anmeldetag: 24. 12. 96
④3 Offenlegungstag: 25. 6. 98

DE 196 54 361 A 1

⑦1 Anmelder:
Behr GmbH & Co, 70469 Stuttgart, DE

⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Wilhelm & Dauster, 70174 Stuttgart

⑦2 Erfinder:
Brenner, Martin, Dipl.-Ing., 75249 Kieselbronn, DE;
Pfender, Conrad, Dr.-Ing., 74354 Besigheim, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE-PS 1 58 789
DE 36 01 073 A1
DE 85 11 092 U1
WO 89 09 186 A1

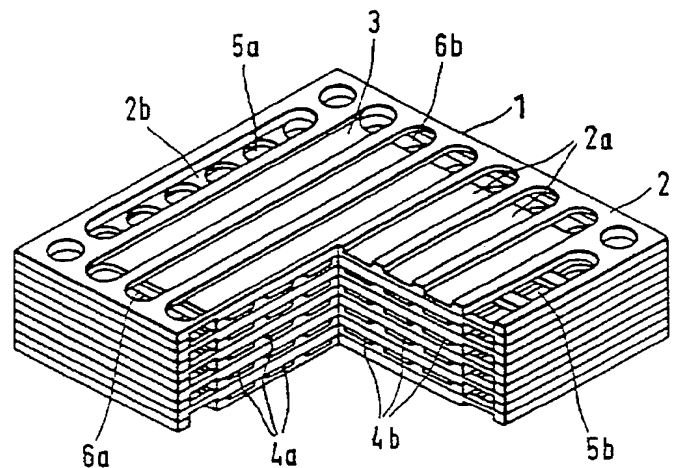
HÖNICKÉ, D.: Porentextur von anodisch gebildeten
Aluminiumoxiden. In: Aluminium, 65. Jg., 1989,
S. 1154-1158;
Derwent Abstract:
Ref. 53050082 A;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Reaktor in Stapelbauweise

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf einen Reaktor in Stapelbauweise mit einem Stapel (1) aus mehreren platten- und/oder rohrförmigen Elementen (2, 3), die so gestaltet und übereinandergestapelt sind, daß zwei voneinander fluidgetrennte Gruppen von jeweils unter sich in Fluidverbindung stehenden Strömungskanälen (4a, 4b) gebildet sind, die im wesentlichen senkrecht zur Stapelrichtung verlaufen und alternierend im Stapel angeordnet sind und von denen eine erste Gruppe als Reaktionskanäle und die zweite Gruppe als Wärmeträgerkanäle fungieren, wobei die den Reaktionskanälen zugewandten Wandungen der Elemente wenigstens teilweise mit einer Katalysatorbeschichtung versehen sind.
Erfindungsgemäß ist die Katalysatorbeschichtung durch mikroporenenerzeugende anodische Oxidation der Wandungen und anschließendem Anbringen des Katalysatormaterials an den so oxidierten Wandungen gebildet.
Verwendung z. B. als Reaktor zur Methanol-Wasserdampfpreformierung zwecks Gewinnung von Wasserstoff für Brennstoffzellen in Kraftfahrzeugen.



BEST AVAILABLE COPY

DE 196 54 361 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Reaktor in Stapelbauweise nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Derartige Reaktoren dienen zur Durchführung von katalysatorunterstützten chemischen Prozessen, wie beispielsweise zur Durchführung von Reformierungsreaktionen. Durch die eine Gruppe von Strömungskanälen im Stapel wird das zu reagierende Gasgemisch hindurchgeleitet, während durch die andere Gruppe von zu denjenigen der ersten Gruppe alternierend im Stapel angeordneten Strömungskanälen ein Wärmeträger hindurchgeleitet werden kann, um je nach Bedarf Wärme zur Durchführung der betreffenden katalytischen Reaktion zuzuführen oder abzuführen.

Ein Reaktor dieser Art ist in der Offenlegungsschrift JP 3-119094(A) beschrieben. Dort sind auf die Wandungen, die den als Reaktionskanälen dienenden Strömungskanälen des Stapels zugewandt sind, zunächst Zink und anschließend Nickel jeweils durch stromloses Plattieren aufgebracht, um eine Reformierungskatalysatorbeschichtung zu bilden. Das Katalysatormaterial wird dann mittels Durchleiten eines geeigneten Wärmeträgers durch die Wärmeträger-Strömungskanäle erwärmt und mittels Durchleiten von Wasserstoff durch die Reaktionskanäle aktiviert. Anschließend kann mit dem Reaktor eine Reformierungsreaktion mittels Einleiten von Methanol und Wasser in die Reaktionskanäle ausgeführt werden.

In den deutschen Patentanmeldungen Nr. 195 28 117.9, Nr. 196 35 455.2 und Nr. 196 39 114.8 sind Wärmeübertrager in Stapelbauweise beschrieben, bei denen der Stapel aus mehreren Platteneinheiten besteht. Diese sind so gestaltet und übereinandergestapelt, daß zwei voneinander fluidgetrennte Gruppen von jeweils unter sich in Fluidverbindung stehenden Strömungskanälen gebildet sind, die alternierend im Stapel angeordnet sind und zur getrennten Hindurchführung zweier Fluide verwendet werden können, die dadurch in Wärmeübertragungsverbindung gebracht werden.

Es ist bekannt, daß oxidierbare Oberflächen mit Hilfe einer anodischen Oxidation, z. B. in Elektrolyten wie Karbon- oder Schwefelsäure, mit einer Vielzahl von Mikroporen versehen werden können, die sich sacklochartig in die gebildete Oxidschicht hinein erstrecken, ohne sich in das darunterliegende Grundmaterial fortzusetzen, das beispielsweise Aluminium, Silizium oder Titan sein kann. Für weitere Details dieser anodischen Oxidationstechnik sei auf die Dissertation von D. Scholl, Universität Karlsruhe, 1989 verwiesen.

Vielfach sind Reaktoren in Form sogenannter Festbettreaktoren zur Durchführung katalytischer chemischer Reaktionen gebrauchlich, bei denen das Katalysatormaterial als Pelletschüttung eingebracht ist. Diese Reaktoren beanspruchen ein relativ großes Bauvolumen und weisen eine Randgängigkeit auf, da zwischen den Pellets und den Reaktorwänden sowie in der Schüttung Bypass-Strömungen auftreten. Eine Schwierigkeit bei diesen Reaktoren ist auch die relativ geringe Wärmeleitfähigkeit der Pelletschüttungen, wodurch sich im Reaktor ein inhomogenes Temperaturprofil ausbildet, das zu geringer Ausbeute und Selektivität der Reaktion führt.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Reaktors der eingangs genannten Art zugrunde, der bei relativ geringem Bauvolumen und Gewicht eine große spezifische Reaktionsfläche unter Vermeidung von Randgängigkeit bietet und sich mit verhältnismäßig geringem Aufwand realisieren läßt.

Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Reaktors mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Dieser Reaktor ist in Stapelbauweise aus mehreren platten- und/oder rohrförmigen Elementen gefertigt und beinhaltet

zwei voneinander fluidgetrennte Gruppen von jeweils unter sich fluidverbundenen Strömungskanälen in alternierender Anordnung, wobei eine erste Gruppe als Reaktionskanäle und die zweite Gruppe als Wärmeträgerkanäle fungieren. Die den Strömungskanälen der ersten Gruppe zugewandten Wandungen der übereinandergestapelten Elemente sind mit einer Katalysatorbeschichtung versehen, die charakteristischerweise durch mikroporenzeugende anodische Oxidation der Wandungen und anschließendes Anbringen des Katalysatormaterials gebildet ist. Die durch anodische Oxidation erzeugten Mikroporen ermöglichen nach Anbringen des Katalysatormaterials die Erzielung einer großen spezifischen Reaktionsfläche bei gleichzeitig geringem Reaktorbauvolumen. Durch die wandseitige Katalysatorbeschichtung können Pelletschüttungen im allgemeinen entfallen, wodurch Randgängigkeit und Bypass-Strömungen vermieden werden können. Damit lassen sich gleiche Diffusionswege und Verweilzeiten und somit eine sehr gute Selektivität und Ausbeute, ein homogenes Temperaturfeld und eine gute Wärmeeinbringung bzw. Wärmeabführung in die bzw. aus den Reaktionskanälen erzielen.

Ein nach Anspruch 2 weitergebildeter Reaktor besitzt einen Aufbau, der einer der Wärmeübertragerstrukturen entspricht, wie sie in den oben erwähnten deutschen Patentanmeldungen Nr. 195 28 117.9, Nr. 196 35 455.2 und Nr. 196 39 114.8 beschrieben sind, wobei vorliegend zusätzlich die Katalysatorbeschichtung an denjenigen Wandungen der Platteneinheiten angebracht ist, die den jeweils übernächsten, als Reaktionskanäle dienenden Strömungskanälen zugewandt sind. Zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen werden die in diesen drei deutschen Patentanmeldungen offenbarten Wärmeübertragerstrukturen durch Verweis in den Offenbarungsumfang der vorliegenden Anmeldung einbezogen. Die dortigen Wärmeübertragerstrukturen sind um die Katalysatorbeschichtung an den betreffenden Plattenwandungen ergänzt als erfindungsgemäßer Reaktor in Stapelbauweise einsetzbar.

Bei einem nach Anspruch 3 weitergebildeten Reaktor besteht der Plattenstapel aus einer Mehrzahl baugleicher, Z-förmiger Rohre, vorzugsweise in Form von Flachrohren. Diese Rohre sind mit ihren abgewinkelten Endbereichen so ohne Abstand aneinandergefügt, daß sie im zwischenliegenden Mittenbereich voneinander beabstandet sind, wobei sie wenigstens dort außenseitig mit der Katalysatorbeschichtung versehen sind. Die Rohrzwischenräume innerhalb des Mittenbereichs bilden bei diesem Reaktor die Reaktionskanäle, während die Wärmeträgerkanäle vom Inneren der Rohre gebildet sind. In einer weiteren Ausgestaltung sind die Rohre gemäß Anspruch 4 wenigstens im Mittenbereich außenseitig durch längs- und/oder querverlaufende Vertiefungen strukturiert, die vor Bildung der Katalysatorbeschichtung eingebracht werden.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine Perspektivansicht eines aus quadratischen Platteneinheiten aufgebauten Reaktors in teilweise weggebrochener Darstellung und

Fig. 2 eine Perspektivansicht eines aus Z-förmigen Flachrohren aufgebauten Reaktors.

Der in **Fig. 1** dargestellte Reaktor beinhaltet einen Plattenstapel 1, der aus mehreren übereinandergestapelten, mit Durchbrüchen versehenen Platteneinheiten aus jeweils einer oder mehreren zusammengehörigen Einzelplatten gebildet ist, wie dies in den drei oben zitierten deutschen Patentanmeldungen Nr. 195 28 117.9, Nr. 196 35 455.2 und Nr. 196 39 114.8 näher beschrieben ist, worauf für nähere Details dieser Plattenstapelstruktur verwiesen wird. Im Plattensta-

pel 1 wechseln sich Strömungskanalplatteneinheiten 2, die mit mehreren nebeneinanderliegenden Strömungskanal-Durchbrüchen 2a, die sich zwischen zwei gegenüberliegenden Plattenseitenbereichen erstrecken, mit Verbindungsabdeckplatteneinheiten 3 ab, die im Mittbereich nicht durchbrochen sind und dadurch dort die Strömungskanal-Durchbrüche angrenzender Strömungskanalplatteneinheiten voneinander getrennt halten. Die Strömungskanalplatteneinheiten 2 enthalten des weiteren je einen seitlich an die Strömungskanal-Durchbrüche 2a anschließenden Verbindungskanal-Durchbruch 2b, während die Verbindungsabdeckplatteneinheiten 3 an allen vier Plattenseitenbereichen solche Verbindungskanal-Durchbrüche aufweisen. Durch das abwechselnde Aufeinanderlegen von je einer Strömungskanalplatteneinheit 2 und einer Verbindungsabdeckplatteneinheit 3, wobei je zwei durch eine Verbindungsabdeckplatteneinheit 3 beabstandete Strömungskanalplatteneinheiten 2 mit um 90° versetzten Strömungskanal-Durchbrüchen 2a angeordnet sind, stehen die seitengleichen Enden der Strömungskanal-Durchbrüche 2a einer jeweiligen Strömungskanalplatteneinheit 2 über einen überlappenden Verbindungskanal-Durchbruch 2b einer angrenzenden Verbindungsabdeckplatteneinheit 3 untereinander sowie über überlappende Verbindungskanal-Durchbrüche 2b anschließender Platteneinheiten mit den seitengleichen Enden der Strömungskanal-Durchbrüche 2a einer jeweils übernächsten Strömungskanalplatteneinheit 2 in Fluidverbindung.

Insgesamt ergibt sich dadurch ein von zwei Fluiden im Kreuzstrom voneinander getrennt durchströmbarer Plattenstapel 1. Dabei stehen eine erste Gruppe paralleler Strömungskanäle 4a über ein erstes Paar seitlicher, sich gegenüberliegender und in Stapelrichtung erstreckender Sammelkanäle 5a, 5b in Verbindung, die von der Überlappung der betreffenden Strömungskanalbereiche mit den dortigen Verbindungskanal-Durchbrüchen 2b gebildet sind, während eine zweite Gruppe von parallelen Strömungskanälen 4b senkrecht zu denen 4a der ersten Gruppe und von diesen getrennt zwischen einem zweiten Paar von Sammelkanälen 6a, 6b verlaufen.

Die Platteneinheiten, insbesondere die Verbindungsabdeckplatteneinheiten 3, sind aus einem oxidierbaren Material gefertigt, z. B. aus Aluminium oder aus einem mit Aluminium plattierten Werkstoff. Weitere mögliche Materialien sind unter anderem Silizium und Titan. In Erweiterung der in den genannten drei deutschen Patentanmeldungen gegebenen Lehre sind beim Plattenstapel 1 von Fig. 1 diejenigen Wandungen der Verbindungsabdeckplatteneinheiten 3, welche der ersten Gruppe von Strömungskanälen 4a zugewandt sind, d. h. diese begrenzen, in spezieller Weise mit einer Katalysatorbeschichtung versehen, was es ermöglicht, den Plattenstapel 1 als Reaktor für einen entsprechenden chemischen Reaktionsprozeß einzusetzen.

Die betreffenden Wandungen der Verbindungsabdeckplatteneinheiten 3 werden hierfür zunächst einer anodischen Oxidation, z. B. in Schwefelsäure oder einem anderen geeigneten Elektrolyten, wie Karbonsäure, gemäß der herkömmlichen Vorgehensweise unterzogen, wie sie beispielsweise in der erwähnten Dissertation von D. Scholl erläutert wird, worauf verwiesen werden kann. Es entsteht dadurch im speziellen Beispiel eine Aluminiumoxidschicht mit einer Vielzahl sehr feiner Mikroporen auf den betreffenden Wandungen. Diese Mikroporen sind sacklochförmig und befinden sich ausschließlich in der Oxidschicht, ohne sich in die Aluminiumgrundschrift hinein fortzusetzen. Damit liegt gleichzeitig eine verhältnismäßig korrosionsfeste Oberfläche vor. Die Parameter des Porensystems, wie Porendichte, Porendurchmesser und Porenlänge, lassen sich, wie bekannt, über eine Reihe entsprechender Prozeßparameter der

anodischen Oxidation, wie Art des Elektrolyten, Höhe der angelegten Spannung und Oxidationszeitdauer, steuern und so den jeweiligen Anforderungen anpassen. Typische Abmessungen der Mikroporen sind eine Länge zwischen etwa 10 µm bis 300 µm und ein Durchmesser zwischen etwa 10 nm bis 100 nm. Anschließend werden die Poren mit einem für den durchzuführenden Reaktionsprozeß geeigneten Katalysatormaterial dotiert. Dies kann beispielsweise durch Tränken in einer Lösung mit anschließendem Einbrennen oder durch andere herkömmliche Depositionstechniken, wie chemische oder physikalische Gasphasenabscheidung, d. h. CVD oder PVD, erfolgen.

Nach derartiger Präparation der betreffenden Verbindungsabdeckplatteneinheiten 3 wird der Plattenstapel 1 aus den verschiedenen Strömungskanal- und Verbindungsabdeckplatteneinheiten 2, 3 aufgebaut. Durch die katalysatorbeschichteten Begrenzungswände der ersten Gruppe von Strömungskanälen 4a ist der Plattenstapel 1 als Reaktor einsetzbar, bei dem ein zu reagierendes Fluidgemisch durch die erste Gruppe von Strömungskanälen 4a geleitet und dort unter der Wirkung der Katalysatorbeschichtung, die sich an diese Kanäle 4a begrenzenden Plattenwänden befindet, reagiert werden kann. Während diese erste Gruppe von Strömungskanälen 4a somit als Reaktionskanäle fungieren, können die Strömungskanäle 4b der zweiten Gruppe als Wärmeträgerkanäle dienen, durch die ein Wärmeübertragungsfluid im Kreuzstrom zum zu reagierenden Gasgemisch hindurchgeleitet werden kann. Je nachdem, ob die durchzuführende Reaktion endotherm oder exotherm verläuft, wird Wärme den Reaktionskanälen 4a über die mit ihnen in Wärmeübertragungsverbindung stehenden Wärmeträgerkanäle 4b zugeführt oder von diesen abgeführt. Es versteht sich, daß die Verbindungsabdeckplatteneinheiten 3, über welche diese Wärmeübertragung erfolgt, aus entsprechend gut wärmeleitfähigem Material gefertigt sind, z. B. dem bereits oben erwähnten Aluminiummaterial.

Aufgrund der katalysatorbeschichteten Begrenzungswände mit Mikroporen-Oberflächenstruktur braucht keine Katalysatorpelletschüttung in den Reaktionskanälen 4a vorgesehen sein. Dementsprechend werden die bekannten Schwierigkeiten von Reaktoren mit solchen Pelletschüttungen, wie Rundgängigkeit und Bypass-Strömungseffekte, vermieden. Durch die Mikroporen-Oberflächenstruktur, an der die Katalysatorbeschichtung angebracht ist, ergibt sich dennoch eine große spezifische Reaktionsfläche bei gleichzeitig kompaktem Reaktoraufbau mit geringem Bauvolumen. Der Reaktor mit dem Plattenstapelaufbau von Fig. 1 besitzt gleiche Diffusionswege und Verweilzeiten, wodurch er mit sehr guter Selektivität und Ausbeute, einem sehr homogenen Temperaturfeld und einer guten Wärmeerbringung betrieben werden kann. Je nach Wahl des verwendeten Katalysatormaterials kann der Reaktor für chemische und pharmazeutische sowie biochemische Prozesse, letzteres unter Ansiedlung von Biomasse in den Mikroporen, verwendet werden. Speziell eignet er sich als Reaktor zur Methanol-Wasserdampfreformierung für die Wasserstoffherzeugung zum Betrieb von Brennstoffzellen, z. B. in brennstoffzellenbetriebenen Kraftfahrzeugen und/oder als einem derartigen Reformierungsreaktor zugeordneter Oxidationsreaktor zum Entfernen von Kohlenmonoxid aus dem durch eine solche Reformierungsreaktion gewonnenen, wasserstoffreichen Reaktionsgas, wobei jeweils geeignete, bekannte Katalysatormaterialien einzubringen sind.

In Fig. 2 ist ein weiterer reaktorbildender Plattenstapel 10 gezeigt, der aus einer Mehrzahl von Z-förmigen Rechteckrohren 11 aufgebaut ist. Jedes Rechteck-Flachrohr 11 ist mit relativ geringem Aufwand als Aluminium-Strangpreßprofil gefertigt und besteht im Inneren bevorzugt aus gerippten

Rechteckkanälen **12**, deren Querschnitt ein großes Breite/Höhe-Verhältnis aufweist, wobei die Kanalhöhe verhältnismäßig gering ist, z. B. zwischen etwa 0,5 mm bis 10 mm. Diese Rechteckkanäle **12** im Inneren der Rechteckrohre **11** dienen als die Wärmeträgerkanäle des Reaktors, die von einem entsprechenden Wärmeübertragungsfluid durchströmt werden können. Alternativ zu den gezeigten Rechteckrohren sind je nach Anwendungsfall auch Rohre mit anderer Querschnittsform einsetzbar. Die Außenseite der Rechteckrohre **11** wird durch Einbringen von Vertiefungen längs und/oder quer zur Rohrlängsachse strukturiert, was mechanisch oder ätztechnisch oder durch andere herkömmliche Strukturierungsprozesse folgen kann. Im Fall einer Längsstrukturierung kann es zweckmäßig sein, selbige direkt bei der Herstellung des rohrbildenden Strangpreßprofils einzubringen.

Anschließend werden die Außenseiten der Rechteckrohre **11** in der oben zu **Fig. 1** beschriebenen Weise mit einer Katalysatorbeschichtung versehen, indem sie zunächst einer mikroporenbildenden anodischen Oxidation unterworfen werden und anschließend das für den durchzuführenden Reaktionsprozeß geeignete Katalysatormaterial in die Mikroporen eingebracht wird. Die Rechteckrohre **11** werden dann in ihren beiden Endbereichen **11a**, **11b** rechtwinklig zum zwischenliegenden Mittenbereich **11c** Z-förmig abgewinkelt und anschließend zur Bildung des Plattenstapels **10** aufeinandergelegt. Dies erfolgt dergestalt, daß je zwei aufeinanderfolgende Rechteckrohre **11** mit ihren beiden Endbereichen **11a**, **11b** ohne Abstand sich berührend aneinandergelegt und dort aneinander fixiert werden, z. B. mittels Löten, während sie sich mit ihren Mittenbereichen **11c** unter Belastung eines jeweiligen Zwischenraums **13** mit einem vorgegebenen Abstand gegenüberliegen. Diese Zwischenräume **13** sind folglich durch die katalysatorbeschichteten Rohraußenwände begrenzt und dienen bei dem so gebauten Reaktor als die Reaktionskanäle, durch welche das zu reagierende Gasgemisch quer zur Längsrichtung des Rohrmittenbereichs **11c** hindurchgeleitet werden kann. Alternativ kommt auch eine Durchleitung des zu reagierenden Gasgemischs parallel zur Längsrichtung des Rohrmittenbereichs **11c** in Betracht, wobei dann an den Biegebereichen der Rechteckrohre **11** geeignete seitliche Fluideintrittsöffnungen und Fluidaustrittsöffnungen einzubringen sind. Der Plattenstapel **10** wird anschließend so in ein Gehäuse eingebaut, daß das durch die inneren Rohrkanäle **12** strömende Wärmeübertragungsfluid und das durch die Reaktionskanäle **13** zwischen den beabstandeten Rohrmittenbereichen **11c** strömende, zu reagierende Gasgemisch in der jeweils anwendungsfallabhängig geeigneten Weise zu- und abgeführt werden können.

Im übrigen ergeben sich für den auf diese Weise realisierten Reaktor von **Fig. 2** dieselben vorteilhaften Eigenschaften hinsichtlich geringem Bauvolumen, großer spezifischer Reaktionsfläche, günstiger katalysatorunterstützter Reaktorfunktionalität und möglicher Einsatzgebiete, wie sie oben zum Reaktor von **Fig. 1** angegeben sind, worauf verwiesen werden kann.

Patentansprüche

1. Reaktor in Stapelbauweise mit
 - einem Stapel (1) aus mehreren platten- und/oder rohrförmigen Elementen (2, 3), die so gestaltet und übereinandergestapelt sind, daß zwei voneinander fluidgetrennte Gruppen von jeweils unter sich in Fluidverbindung stehenden Strömungskanälen (4a, 4b) gebildet sind, die im wesentlichen senkrecht zur Stapelrichtung verlaufen und alternierend im Stapel angeordnet sind und von denen eine erste Gruppe als Reaktionskanäle (4a) und

die zweite Gruppe als Wärmeträgerkanäle (4b) fungieren, wobei

- die den Reaktionskanälen (4a) zugewandten Wandungen der Elemente wenigstens teilweise mit einer Katalysatorbeschichtung versehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß

- die Katalysatorbeschichtung durch mikroporenerzeugende anodische Oxidation der Wandungen und anschließendem Anbringen des Katalysatormaterials an den so oxidierten Wandungen gebildet ist.

2. Reaktor nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß

- Strömungskanalplatteneinheiten (2) mit einem oder mehreren nebeneinanderliegenden Strömungskanal-Durchbrüchen (2a), die sich zwischen zwei Plattenseitenbereichen erstrecken, sowie mit Verbindungskanal-Durchbrüchen (2b), die von den Strömungskanal-Durchbrüchen getrennt angeordnet sind, und

- Verbindungsabdeckplatteneinheiten (3) vorgesehen sind, die wenigstens in zwei Plattenseitenbereichen angeordnete Verbindungskanal-Durchbrüche (2b) aufweisen, wobei

- die Strömungskanalplatteneinheiten und die Verbindungsabdeckplatteneinheiten abwechselnd so übereinandergestapelt sind und die Katalysatorbeschichtung an entsprechenden Wandungen der Verbindungsabdeckplatteneinheiten so angebracht ist, daß keine Fluidverbindung zwischen den Strömungskanal-Durchbrüchen benachbarter Strömungskanalplatteneinheiten besteht und die seitengleichen Enden der Strömungskanal-Durchbrüche einer jeweiligen Strömungskanalplatteneinheit über einen überlappenden Verbindungskanal-Durchbruch einer angrenzenden Verbindungsabdeckplatteneinheit untereinander sowie über überlappende Verbindungskanal-Durchbrüche anschließender Platteneinheiten mit den seitengleichen Enden der Strömungskanal-Durchbrüche einer jeweils übermächsten Strömungskanalplatteneinheit zur Bildung der Reaktionskanäle (4a) mit katalysatorbeschichteten Begrenzungswandungen einerseits und der Wärmeträgerkanäle (4b) andererseits in Fluidverbindung stehen.

3. Reaktor nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß der Plattenstapel (10) aus einer Mehrzahl baugleicher, Z-förmiger Rohre (11), insbesondere Flachrohre, aufgebaut ist, die mit ihren abgewinkelten Endbereichen (11a, 11b) so aneinandergesetzt sind, daß sie im zwischenliegenden Mittenbereich (11c) voneinander beabstandet sind, wobei die Rohre außenseitig wenigstens im Mittenbereich mit der Katalysatorbeschichtung versehen sind.

4. Reaktor nach Anspruch 3, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (11) im Mittenbereich (11c) außenseitig durch längs- und/oder querverlaufende, vor Bildung der Katalysatorbeschichtung eingebrachte Vertiefungen strukturiert sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig.1

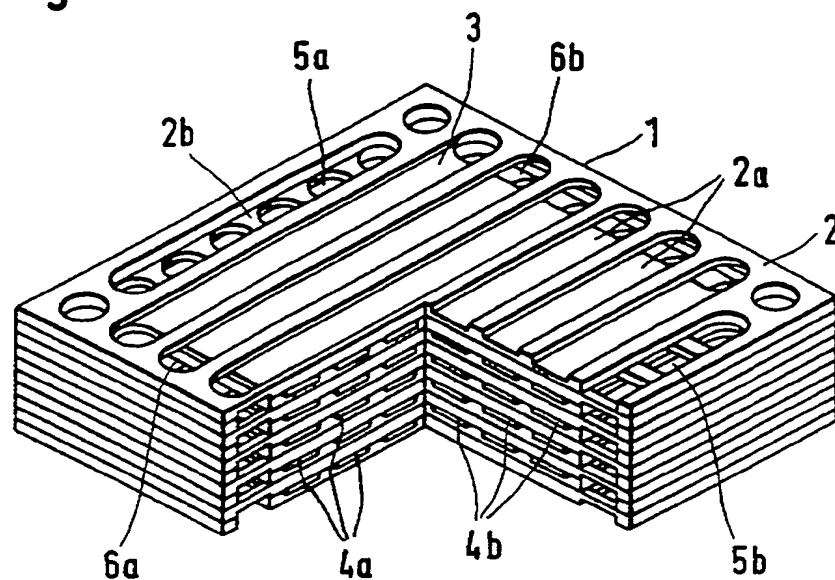


Fig.2

